

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. August 2005 (18.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/075949 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01K 1/10**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000225

(22) Internationales Anmeldedatum:  
9. Februar 2004 (09.02.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **TEMPERATURMESSTECHNIK GERBERG GMBH** [DE/DE]; Heydaer Strasse 39, 98693 Martinroda (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **IRRGANG, Klaus** [DE/DE]; Mühlgraben 10, 98716 Geraberg (DE). **IRRGANG, Barbara** [DE/DE]; Mühlgraben 10, 98716 Geraberg (DE). **KÄMPF, Hartmut** [DE/DE]; Jägerstrasse 17, 98716 Elgersburg (DE). **HEINZ, Winfried** [DE/DE]; Ilmenauer Strasse 14 b, 98716 Elgersburg (DE). **SCHÄTZLER, Klaus-Dieter** [DE/DE]; Geraer Strasse 16, 98716 Geraberg (DE). **BOJARSKI, Aldo** [DE/DE]; Dorfstrasse 19, 01774 Höckendorf (DE). **FICHTE, Werner** [DE/DE]; Am Bahnhof 10, 01738 Colmitz (DE).

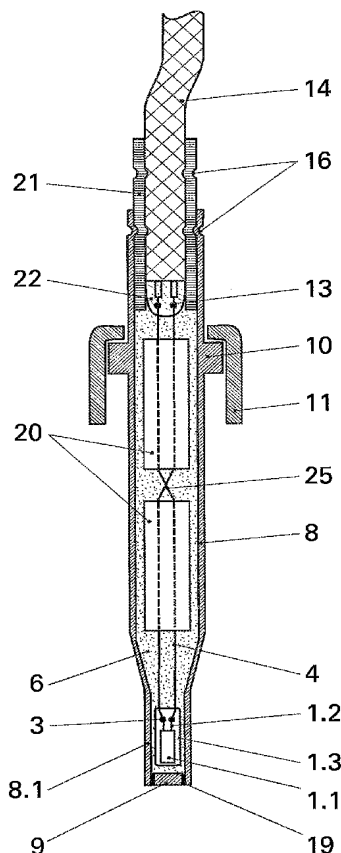
(74) Anwalt: **LIEDTKE & Partner**; Postfach 10 19 16, 99019 Erfurt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HIGH-TEMPERATURE SENSOR

(54) Bezeichnung: HOCHTEMPERATURSENSOR



(57) Abstract: The invention relates to a high-temperature sensor, which can be used at temperatures of at least 600 °C and comprises a metallic protective tube and a measuring resistance that is surrounded by a ceramic powder. The measuring resistance (1.1) is connected to the electric cable by means of stress-relieved measuring resistance connection wires (1.2) and internal conductors (4). The latter (4) are provided with a solid and/or flexible insulation consisting of a ceramic material. The measuring resistance (1) and the internal conductors (4) are arranged in a metallic protective tube (8), which narrows (8.1) in the vicinity of the measuring resistance (1). The ceramic powder (6) contains admixtures of oxygen-giving oxide compounds.

(57) Zusammenfassung: Der Erfindung betrifft einen Hochtemperatursensor, der bei Temperaturen von mindestens 600 °C eingesetzt werden kann, mit einem mechanischen Schutzrohr und mit einem Messwiderstand, welcher von einem keramischen Pulver umgeben ist, wobei der Messwiderstand (1.1) durch zugentlastete Messwiderstandsanschlussdrähte (1.2) und Innenleiter (4) mit dem elektrischen Anschluss verbunden ist, wobei die Innenleiter (4) mit einer festen und/oder flexiblen Isolierung aus keramischen Material versehen sind; wobei der Messwiderstand (1) und die Innenleiter (4) in einem metallischen Schutzrohr (8) angeordnet sind, welches im Bereich des Messwiderstandes (1) eine Verjüngung (8.1) aufweist und wobei, das keramische Pulver (6) Beimengungen von sauerstoffspendenden Oxidverbindungen enthält.

WO 2005/075949 A1



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

### Hochtemperatursensor

10

Die Erfindung betrifft einen Hochtemperatursensor mit einem metallischen Schutzrohr und mit einem Messwiderstand, welcher von einem keramischen Pulver umgeben ist.

15

Mit metallischen Schutzrohr wird dabei ein metallisches Gehäuse bezeichnet, das die Bauteile des Temperatursensors umschließt, wobei ein das Messelement enthaltender Schutzrohrteil in das Medium hineinragt und ein äußerer Schutzrohrteil die nach Außen führenden Anschlussleitungen aufnimmt.

20

Unter Prozessanschluss wird die mechanische Verbindungsstelle des Temperatursensors mit dem Behälter, in dem sich das Medium befindet, dessen Temperatur ermittelt werden soll verstanden, beispielsweise eine Rohrleitung.

25

Der elektrischer Anschluss ist die Koppelstelle der im Gehäuse verlaufenden Innenleitungen mit den äußeren Anschlussleitungen.

30

Bevorzugtes Einsatzgebiet ist die Verwendung in Temperaturmessstellen mit erhöhtem mechanischen und thermischen Belastungen, wie dies beispielsweise in Abgaskanälen von Verbrennungsmotoren der Fall ist.

Zur Verbesserung des Motormanagements von Verbrennungs- und Gasmotoren werden Temperaturfühler benötigt, deren Einsatztemperatur im Bereich von

- 2 -

- 600 °C ... 900 °C liegt. Die Messstellen für die Temperaturfühler liegen meist im motornahen Teil des Abgaskanals. Die bei Abgastemperaturmessungen vorliegenden chemisch-korrosiven, mechanischen und thermischen Einsatzbedingungen stellen sehr hohe Anforderungen an die Bauteile des
- 5 Temperaturfühlers und erfordern aufwendige und komplizierte Mittel hinsichtlich der einzusetzenden Materialien sowie von diffizilen Maßnahmen zur stabilen Lagerung der Bauteile und der Gestaltung von Verbindungen der Bauteile.
- 10 Im Stand der Technik sind vielfältige Anordnungen beschrieben, die einzelne der vorgenannten Aufgaben lösen sollen.
- Hierzu sind beispielsweise nach DE 199 34 738 A1 und DE 100 62 041 A1 Anordnungen bekannt, bei denen die Verbesserung der Aufbau- und der Verbindungstechnologie zwischen Sensor und Innenleitungen dadurch erreicht
- 15 werden soll, dass der anschlussseitige Bereich des Temperatursensors mit temperaturfesten, elektrisch nicht leitenden Material vergossen ist oder über eine überlappende Verbindung von Thermistorenanschlüssen und Signalinnenleiter bei paßgenauem Sitz erfolgt.
- Technische Maßnahmen zur Sicherung des Messelementes sind in DE 30 12
- 20 787 A1 und DE 199 22 928 A1 angegeben.
- Zum Schutzes gegen sensorschädigende Atmosphären sind nach DE 298 23 459 U1 und EP 0 774 650 A1 verschiedene Maßnahmen bekannt.
- In EP 0 774 650 A1 wird vorgeschlagen, im Anschlussbereich eines rohrförmigen Gehäuses eine mechanisch feste und flüssigkeitsdichte Verbindung
- 25 vorzusehen, die den Zutritt von Luftsauerstoff aus der Umgebung über ein Anschlusskabel in das Gehäuse ermöglicht. Ferner ist es nach DE 298 23 459 U1 bekannt, den Sauerstoffzutritt über eine spezielle Halsrohröffnung zu ermöglichen. Nachteilig sind hierbei neben den komplizierten Aufbauten die Notwendigkeit der Anbringung von Öffnungen an den Sensorfassungen.
- 30 Möglichkeiten zur Verbesserung messtechnischer Wärmeableitungs- und Strahlungsfehler werden in DE 199 39 493 A1 und DE 298 23 379 U1

beschrieben.

Zur Verbesserung des Schutzes der mechanischen Armaturkomponenten sind in DE 100 34 265 A1 und DE 199 41 188 A1 Anordnungen angegeben, die durch unterschiedliche Durchmessergestaltung eine Anpassung an Festigkeits- und Fertigungsvorgaben zu erreichen.

Nachteilig sind bei den beschriebenen Anordnungen neben der aufwendigen und damit kostenintensiven Herstellung auch, dass jeweils nur einzelnen der genannten Belastungen begegnet wird, so dass die Ursachen für Funktionsstörungen messtechnischer, elektrischer oder mechanischer Art nicht generell beseitigt werden.

Ferner ist es nach DE 42 07 317 C2, DE 16 48 261 A und US-PS 52 09 571 A bekannt, bei in keramischen Schutzrohren angeordneten Thermoelementen in den Schutzrohren Pulver zu verwenden, denen sauerstoffreduzierende Komponenten beigemischt sind, um die bei diesen Anordnungen verwendeten Thermodrähte vor Oxidation zu schützen und damit deren Lebensdauer zu verlängern. Für Anordnungen mit Platin-Widerstands-Sensoren sind diese Maßnahmen jedoch nicht möglich, weil dort reduzierende Bedingungen die Lebensdauer des Platinwiderstandes verringern würden.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Hochtemperatursensor der eingangs angegebenen Art anzugeben, der bei Temperaturen von mindestens 600° C eingesetzt werden kann, hohen mechanische und chemischen Belastungen standhält, technologisch günstig hergestellt werden kann und darüber hinaus die Zuverlässigkeit und Funktionssicherheit sowie die Lebensdauer gegenüber bekannten Temperatursensoren verbessert.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch einen Hochtemperatursensor mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Hochtemperatursensors sind in den Unteransprüchen angegeben.

5

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispieles näher erläutert.

In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

10

Figur 1 einen Längsschnitt durch die schematische Darstellung eines Hochtemperatursensor in gerader Ausführung,

15

Figur 2 einen Längsschnitt durch die schematische Darstellung eines Hochtemperatursensor in gewinkelter Ausführung mit Isolierung durch Keramikkapillaren und Isolierschläuchen aus keramischen Fasern,

20

Figur 3 einen Längsschnitt durch die schematische Darstellung eines Hochtemperatursensor in gewinkelter Ausführung mit vollständiger Isolierung durch Isolierschläuche aus keramischen Fasern,

25

Figur 4 einen Längsschnitt durch die schematische Darstellung eines Hochtemperatursensor mit Mantelleitung,

30

Figur 5 die ausschnittsweise Darstellung eines Hochtemperatursensors mit einstückiger keramischer Kapselhülse für Sensor und Mineralleitung,

- 5 -

Figur 6 einen Längsschnitt durch die schematische Darstellung  
eines Hochtemperatursensors mit Profillinneleitern  
und

Figur 7 eine Draufsicht auf den Querschnitt eines Innenaufbaus mit  
profilierten Innenleiterblech.

5

10 Der in **Figur 1** dargestellte Hochtemperatursensor weist einen gekapselten  
Messwiderstand 1 in Form eines Platin-Dünnschicht-Widerstandes 1.1 mit  
Widerstandsanschlussdrähten 1.2 auf, der in einer Kapselhülse 1.3 aus Keramik  
angeordnet ist und mit in diesem eingekitteten, aus einer Nickellegierung  
bestehenden drahtförmigen Innenleitern 4 über die Schweißstelle 3 elektrisch  
15 verbunden ist.

15

Die Innenleitungsdrähte sind durch keramischen Isolationsteilstücken,  
insbesondere in Form von Keramikkapillaren 20, geführt, wobei in definierten  
Abständen Verkreuzungen 25 der Innenleitungsdrähte 4 angeordnet sind, um  
zug- oder schubwirksame Längskräfte als Folge von Dilatation vom  
gekapselten Messwiderstand 1 fernzuhalten. Die Innenleitungsdrähte 4 sind am  
20 kalten Ende des den ganzen Sensoraufbau beinhaltenden Schutzrohres 8 über  
die elektrische Verbindungsstelle 13, die mit dem Kleber 22 umhüllt ist, mit  
dem Anschlusskabel 14 verbunden.

20

25 Um das Anschlusskabel 14 zugsicher mit dem Schutzrohr 8 zu verbinden, ist  
zwischen dem Anschlusskabel 14 und dem Schutzrohr 8 ein Zusatzbauteil 21  
angeordnet, das über mehrfache Verbindungsstellen in Form von Sicken 16 das  
Anschlusskabel 14 mit dem Schutzrohr 8 verbinden. Damit der gekapselte  
Messwiderstand 1 stoßgeschützt im Schutzrohr 8 angeordnet ist, wird er mit  
30 keramischem Pulver 6 fest im Schutzrohr 8 eingerüttelt. Durch Wärmedehnung  
des Schutzrohres 8 verursachte Pulverlockerungen werden durch die  
Ausdehnung des als Aluminiumhülse ausgebildeten Zusatzbauteiles 21 in

30

- 6 -

Verbindung mit dem überstehendem Material des Kabels 14 kompensiert, wobei die maßliche Abstimmung für die relative Null-Volumen-Dilatation auf den Arbeitspunkt des Hochtemperatursensors ausgerichtet ist.

5 Dem Keramikpulver 6 sind sauerstoffabgehende oxidische Pulver beigemischt, die oberhalb von 500 °C Sauerstoff abgeben. Besonders geeignet hierzu ist Mangan-(IV)-oxid. Auf diese Weise wird der Bildung einer reduzierenden Atmosphäre und damit auch Diffusionsprozessen am Messwiderstand 1.1 bzw. der Absenkung des Sauerstoffpartialdruckes vorgebeugt. Es konnte nachgewiesen werden, dass in geschlossenen Sensorsystemen aus  
10 nichtoxidationsbeständigem metallischen Material mit zunehmender Temperatur der Sauerstoffpartialdruck sinkt. Ein geschlossenes System entsteht durch messwiderstandsseitig dicht verschweißte und anschlussseitig dicht vergossene metallische Temperaturfühlerausführungen.

Am Schutzrohr 8 ist der Prozessanschluss angebracht, der hier aus einem am  
15 Schutzrohr 8 angeschweissten Dichtbund 10 und der Überwurfmutter 11 besteht. Es ist jedoch auch möglich, das Schutzrohr 8 mit Außengewindearmaturen für Einschraubmuffen an der Messstelle zu versehen.

Das Schutzrohr 8 ist zweckmäßiger Weise in dem Bereich in dem sich der Messwiderstand 1.1 befindet, mit einer Verjüngung 8.1 versehen. Der  
20 Schutzrohrboden 9 ist mit dem unteren Ende des Schutzrohres 8 dicht verschweißt. Das Schutzrohr 8 mit Boden 9 kann auch einstückig als Drehteil ausgebildet sein.

Der Kabelabgang des Anschlusskabels 14 ist vorteilhaft gegen mechanische Beanspruchungen durch Knickschutzfedern oder durch die in Figur 2  
25 dargestellte Kunststoffverspritzung 17 gesichert.

Es ist auch möglich, Pulverlockerungen dadurch zu vermeiden, dass das keramische Pulver 6 zusätzliche Beimengungen eines Pulvers enthält, welches einen deutlich höheren Volumenausdehnungskoeffizient aufweist als das  
30 Aluminium- bzw. Magnesiumoxid. Eine besonders vorteilhafte Anordnung ergibt sich dadurch, dass das keramische Pulver 6 schichtweise im Schutzrohr 8



- 7 -

eingbracht ist, wobei in der Messspitze, in der sich der Messwiderstand befindet, Aluminiumoxid eingebracht ist, während sich im mittleren Teil der Anordnung ein Gemisch von Aluminiumoxid und sauerstoffspendenden Oxidverbindungen befindet und in sich daran anschließenden  
5 Kabelanschlussteil ein Gemisch aus Aluminiumoxid und einem Pulver mit höherem Volumenausdehnungskoeffizienten eingebracht ist.

Bei der in **Figur 2** dargestellten Anordnung stimmen der in das zu messende  
10 Medium ragende Teil des Temperatursensors sowie die aus Dichtbund 10 und Überwurfmutter 11 bestehende Prozessanschlussstelle mit der in Figur 1 dargestellten Anordnung überein. Das Schutzrohr 8 weist im äußeren Bereich das um 90° abgewinkelte Schutzrohrteil 8.2 auf. Die in diesem Bereich verlaufenden drahtförmigen Innenleiter 4 sind mit Isolierschläuchen 23 aus  
15 keramischen Fasern versehen und leicht verdreht. Der Anschluss mit dem Anschlusskabel 14 am abgewinkelten Schutzrohrteil 8.2 erfolgt an der mit Kleber 22 überhüllten elektrischen Verbindungsstelle 13. Zwischen der Anschlussleitung 14 und dem Schutzrohr 8 ist mindestens ein als Hülse ausgebildetes Zusatzbauteil 21 angeordnet, welches einen höheren  
20 Ausdehnungskoeffizient als das Schutzrohr 8 aufweist, so dass durch Temperaturschwankungen verursachte unterschiedliche Volumenänderungen von Schutzrohr 8 und Keramikpulver 6 ausgeglichen werden und Hohlräume vermieden werden. Vorzugsweise wird eine Zwischenhülse aus Aluminium  
verwendet.

25 **Figur 3** zeigt einen Längsschnitt durch eine Variante eines Hochtemperatursensor in gewinkelter Ausführung, bei der die drahtförmigen Innenleiter 4 vollständig durch Isolierschläuche 23 aus keramischen oder glaskeramischen Fasern isoliert sind.

30

In **Figur 4** ist eine Ausführungsform dargestellt, bei der aus dem Schutzrohr 8 eine abgewinkelte mineralisierte Mantelleitung 5 führt. Es sind natürlich in gleicher Weise auch gestreckte Anordnungen ausführbar. Am Ende der Mantelleitung 5 ist auf deren äußeren Metallmantel 5.2 eine Zwischenhülse 12 geschweißt. Im Inneren der Zwischenhülse 12 befinden sich in einem Verguss 15 Verbindungsstellen 13, mit denen die Innenleiter 5.1 der Mantelleitung 5 mit dem Anschlusskabel 14 verbunden sind. Das Anschlusskabel 14 ist mit Hilfe der Sicken 16 so befestigt, dass sich eine Zugentlastung ergibt. Im Bereich des Prozessanschlusses ist das Schutzrohr 8 so an der Mantelleitung 5 angeschweißt, dass sich die Schweißnaht 18 an der Mantelleitung außerhalb der Mediums befindet und damit vor dessen aggressiven Einflüssen geschützt ist. In der hier gezeigten Ausführung ist das Schutzrohr 8 gegenüber den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Anordnungen etwas kürzer ausgeführt, weist jedoch eine ähnliche Kontur auf und enthält die gesamte Konfiguration des Hochtemperatursensors. Der Innenraum des medienseitigen Sensorteiles ist mit Keramikpulver 6 gefüllt, dem sauerstoffabgebende oxidische Pulver beigemischt sind. Die Innenleiter 4 sind durch Verbindungsstellen 2 mit dem Mantelleitungsinnenleiter 5.1 und mit der Anschlussdrahtverbindungsstelle 3 mit dem Messwiderstand 1.1 verbunden. Der Schutzrohrboden 9 ist mit der Schweißnaht 19 an der Schutzrohrverjüngung 8.1 befestigt. Der Prozessanschluss besteht aus dem am Schutzrohr 8 angeschweißten Dichtbund 10 und der Überwurfmutter 11, kann aber auch mit einer Druckschraube oder andere Befestigungsmittel ausgeführt sein.

Eine hier nicht dargestellte vorteilhafte Ausführung sieht vor, dass direkt hinter der Mantelleitung 5 innerhalb des Schutzrohres 8 ein metallisches ringförmiges Bauteil mit hohem Ausdehnungskoeffizienten und hochoxidierter Oberfläche angeordnet ist.

In einer weiteren, in **Figur 5** erläuterten Ausführung, sind die Mantelinnenleitungsdrähte 5.1, die Pulverfüllung 5.3 und der Messwiderstand 1.1 mit seinen Anschlussdrähten 1.2 sowie die Anschlussdrahtverbindungsstelle 3 von

einer verlängerten, keramischen Kapselhülse 1.3 umgeben. Die Kapselhülse 1.3 und Zwischenräume zur Mantelleitung sind mit Hochtemperaturkitt 26 ausgefüllt, so dass eine einstückige Form entsteht. Im Gegensatz zu den im Stand der Technik bekannten Anordnungen wird dabei auf eine Verbindung dieses Kittverbandes zum Schutzrohr 8 bewusst verzichtet, so dass radiale Dilatationsbewegungen die Sensorfunktion nicht beeinträchtigen.

**Figur 6** zeigt im Längsschnitt eine schematische Darstellung eines Hochtemperatursensors, bei dem als Innenleiter 4 gestanzte Profilteile 7 dienen, auf deren Enden röhrenförmige Keramik-Formteile 20.1 und 20.2 mit profilierten Innen- und Außenkonturen aufgeschoben sind. Die profilierten Innenleiterbleche 7 sind vorzugsweise Stanzteile und sensorseitig mit dem Messwiderstand 1.1 verschweißt. Der Messwiderstand 1.1 sowie die Verbindungsstelle 3 sind mit einer keramischen Kapselhülse 1.3 überzogen, welche mit Hochtemperaturkitt 26 ausgefüllt ist. Die Anordnung ist in einem Schutzrohr 8 angeordnet und mit Keramikpulver 6, dem sauerstoffabgebende oxidische Pulver beigemischt sind, ausgefüllt, wobei das Schutzrohr im sensorfernen Teil einen großen Innendurchmesser aufweist, so dass um die Keramik-Formteile 20, bzw. 20.1 und 20.2 partiell hochoxydierte, metallische Ringe 28 mit hohem Ausdehnungskoeffizienten angeordnet sind, wobei zwischen Keramik-Formteil 20.1, 20.2 und metallischen Ringen 28 deutliche Spaltweiten bestehen. An diesen Enden der Profilteile 7 ist das Anschlusskabel 14 angeschlossen und der Bereich der Verbindung der Profilteile 7 mit dem Anschlusskabel 14 ist mit einer Kunststoffverspritzung 17 gegen mechanische Beanspruchungen geschützt.

Eine vorteilhafte Ausführung sieht vor, dass im oberen Teil des Schutzrohrs 8 metallische Bauteile mit hohem Ausdehnungskoeffizient und hochoxydierter Oberfläche angeordnet sind, die bei steigenden Temperaturen die relative Volumenverringering des vom Keramikpulver 6 eingenommene Volumens gegenüber dem Schutzrohrinnenraum ausgleichen und von der voroxydierten

- 10 -

Oberfläche Sauerstoff in den Schutzrohr-Innenraum abgeben.

5      Ferner ist es möglich, dass als metallische Bauteile eine Füllung aus metallischen Körnern eingebracht ist, die stark voroxidiert sind und einen gegenüber dem Schutzrohres 8 relativ großen Ausdehnungseffizient besitzen.

10      Bei der in **Figur 7** dargestellten Anordnung sind die profilierten Innenleiterbleche 7 in ein oder in mehrere Keramikeinlege-teile 24 eingefügt, wobei an die Innenleiterbleche 7 der Messwiderstand 1.1 angeschweißt und mit Hochtemperaturkitt 26 gesichert ist. Die Innenleiterbleche 7 weisen eine Dehnungsausgleichstelle 29 auf, die vorzugsweise in Form einer V-förmigen Sicke gestaltet ist.

BEZUGSZEICHENLISTE

|    |      |   |
|----|------|---|
| 5  | 1    | gekapselter Messwiderstand                      |
|    | 1.1  | Messwiderstand                                  |
|    | 1.2  | Messwiderstandsanschlussdraht                   |
| 10 | 1.3  | Kapselhülse                                     |
|    | 2    | Verbindungsstelle zum Mantelinnenleiter         |
|    | 3    | Anschlussdrahtverbindungsstelle                 |
|    | 4    | Innenleiter                                     |
|    | 5    | Mantelleitung                                   |
| 15 | 5.1  | Innenleiter der Mantelleitung                   |
|    | 5.2  | äußerer Metallmantel der Mantelleitung          |
|    | 5.3  | Pulverfüllung der Mantelleitung                 |
|    | 6    | Keramikpulver                                   |
|    | 7    | profiliertes Innenleiterblech                   |
| 20 | 8    | Schutzrohr                                      |
|    | 8.1  | Verjüngung                                      |
|    | 8.2  | abgewinkeltes Schutzrohrteil                    |
|    | 9    | Schutzrohrboden                                 |
|    | 10   | Dichtbund                                       |
| 25 | 11   | Überwurfmutter                                  |
|    | 12   | Zwischenteil                                    |
|    | 13   | Verbindungsstelle zum Anschlusskabel            |
|    | 14   | Anschlusskabel                                  |
|    | 15   | Vergussmasse                                    |
| 30 | 16   | Sicke   |
|    | 17   | Kunststoffumspritzung                           |
|    | 18   | Schweißnaht an Mantelleitung                    |
|    | 19   | Schweißnaht am Schutzrohrboden                  |
|    | 20   | Keramik-Formteil                                |
| 35 | 20.1 | keramisches Führungsteil für Innenleiterprofile |
|    | 20.2 | oberes keramisches Formstück                    |
|    | 21   | Zusatzbauteil                                   |
|    | 22   | Dichtungskleber                                 |
|    | 23   | Isolierschlauch aus keramischen Fasern          |
| 40 | 24   | Keramikeinlegeteil                              |
|    | 25   | Kreuzung der Innenleitungsdrähte                |
|    | 26   | Hochtemperaturkitt                              |
|    | 28   | metallischer Ring, partiell hochoxidiert        |
| 45 | 29   | Dehnungsausgleich                               |

PATENTANSPRÜCHE

5

1. Hochtemperatursensor mit einem metallischen Schutzrohr (8) und mit einem Messwiderstand (1), der von einem keramischen Pulver umgeben ist und mit einem elektrischen Anschluss verbunden ist,

**dadurch gekennzeichnet**, dass

10

- der Messwiderstand (1.1) durch zugentlastete Messwiderstandsanschlussdrähte (1.2) und Innenleiter (4) mit dem elektrischen Anschluss verbunden ist, wobei die Innenleiter (4) mit einer festen und/oder flexiblen Isolierung aus keramischem Material versehen sind,

15

- der Messwiderstand (1) und die Innenleiter (4) in einem metallischen Schutzrohr (8) angeordnet sind, welches im Bereich des Messwiderstandes (1) eine Verjüngung (8.1) aufweist und

- das keramische Pulver (6) Beimengungen von sauerstoffspendenden Oxidverbindungen enthält.

20

2. Hochtemperatursensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als keramisches Pulver (6) Aluminiumoxid oder Magnesiumoxid verwendet wird, dem sauerstoffabgebende metallische oder anorganisch-nichtmetallische Redoxmittel in volumenmäßiger Abhängigkeit vom freien Luftvolumen des Sensorinnenraumes beigemischt sind.

25

30

3. Hochtemperatursensor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Zusatzbauteil (21) teilweise oder vollständig im Schutzrohr (8) angeordnet ist, welches einen höheren Ausdehnungskoeffizient als das Schutzrohr (8) aufweist.

5 4. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Zusatzbauteil (21) eine Zwischenhülse aus Aluminium angeordnet ist.

10 5. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das keramische Pulver (6) zusätzliche Beimengungen eines Pulvers enthält, welches einen deutlich höheren Volumenausdehnungskoeffizient aufweist als das Aluminium- oder Magnesiumoxid.

15 6. Hochtemperatursensor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das keramische Pulver (6) schichtweise im Schutzrohr (8) eingebracht ist, wobei in der den Messwiderstand beinhaltenden Messspitze Aluminiumoxid, im mittleren Teil der Anordnung ein Gemisch von Aluminiumoxid und sauerstoffspendenden Oxidverbindungen und im sich daran anschließenden Kabelanschluss teil ein Gemisch aus Aluminiumoxid und einem Pulver mit  
20 höherem Volumenausdehnungskoeffizienten sowie sauerstoffspendenden Oxidverbindungen angeordnet sind.

25 7. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als keramische Isolierung ein keramisches Fasermaterial verwendet wird, welches Saffilfasern enthält.

30 8. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Messwiderstand (1) in einer keramischen Kapselhülse (1.3) angeordnet ist.

5 9. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenleiter (4) als Drähte ausgebildet sind und mit einem Isolierschlauch (23) aus keramischen oder glaskeramischen Material umhüllt sind, die gemeinsam mit in der Kapselhülse (1.3) eingekittet sind.

10 10. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Messwiderstand (1.1) in einer keramischen Kapselungshülse (1.3) angeordnet ist, die so lang ausgeführt ist, dass sie über die Verbindungsstelle (3) von Messwiderstandsanschlussdrähten (1.2) zu Innenleitungsdrähten (4) mit eigener keramischen Isolation oder zu Innenleitungsdrähten (4.1) einer Mantelleitung (5) reicht, und der Raum  
15 zwischen Messwiderstand (1.1) mit den Messwiderstandsanschlussdrähten (1.2) und Kapselungshülse (1.3) mit Hochtemperaturkitt (26) ausgefüllt ist.

20 11. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Messwiderstand (1.1) ein Platin-Dünnschicht- Messwiderstand verwendet wird.

25 12. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an das Schutzrohr (8) eine mineralisolierte Mantelleitung (5) angeschweißt ist, wobei sich die Schweißstelle außerhalb des medienberührenden Sensorteils jedoch unmittelbar hinter dem Prozessanschluss befindet.



13. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prozessanschluss einen am Schutzrohr (8) angeschweißten Bund (10) enthält, der mit Hilfe von lösbaren Verbindungsmitteln am Messobjekt befestigt werden kann.

5

14. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine keramische Kapselhülse (1.3) so über den Messwiderstand (1.1), die Verbindungsstelle (3) von Sensoranschlussdrähten (1.2) zu den herausragenden Teilen der Innenleiter (5.1) einer Mantelleitung (5) geschoben ist, dass sie bis zum Ende des Außenrohres (5.1) der Mantelleitung (5) reicht oder leicht unter das Außenrohr (5.1) der Mantelleitung (5) ragt, wobei der Innenraum der keramischen Kapselhülse (1.3) mit Hochtemperaturkitt (26) ausgefüllt ist, und so ein einstückiger Verband vorliegt.

10

15

15. Hochtemperatursensor nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Mantelleitung (5) und dem Anschlusskabel (14) mit der inneren Verbindungsstelle (13) oder zwischen dem Ende des Schutzrohres (8) und dem Anschlusskabel (14) mit der innenliegenden Verbindungsstelle (13) eine hochtemperaturstabile Kunststoffverspritzung (17) angeordnet ist.

20

16. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im oberen und/oder mittleren Teil des Schutzrohres (8) Bauteile mit hohen Ausdehnungskoeffizient und partiell hochoxidierter Oberfläche angeordnet sind, die bei steigenden Temperaturen die relative Volumenverringerung des vom Keramikpulver (6) eingenommene Volumens gegenüber dem Schutzrohrinnenraum ausgleichen und von der voroxidierten Oberfläche Sauerstoff in den Schutzrohr-Innenraum abgeben.

25

30

- 5 17. Hochtemperatursensor nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bauteile aus einer Füllung mit metallischen und/oder anorganisch-nicht-metallischen Körnern bestehen, die stark voroxidiert sind und einen gegenüber dem Schutzrohr (8) relativ großen Ausdehnungskoeffizient besitzen.
- 10 18. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenleiter (4) als profilierte Innenleitungsbleche (7) ausgebildet sind, auf deren Enden röhrenförmige Keramik-Formteile (20.1, 20.2) mit profilierten Innen- und/oder Außenkonturen aufgeschoben sind, wobei die Innenleitungsbleche (7) mit dem Messwiderstand (1.1) verschweißt und der Messwiderstand (1) sowie die Verbindungsstelle (3) mit  
15 einer keramischen Kapselhülse (1.3) überzogen sind, welche mit Hochtemperaturkitt (26) ausgefüllt ist.
- 20 19. Hochtemperatursensor nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anordnung von einem Schutzrohr (8) umgeben ist, welches mit Keramikpulver (6), das sauerstoffabgebenden Oxide enthält, ausgefüllt ist, wobei das Schutzrohr im messwiderstandsfernen Teil einen größeren Innendurchmesser aufweist, so dass um die Keramik-Formteile (20.1, 20.2)  
25 metallische Ringe (28) mit hohem Ausdehnungskoeffizienten angeordnet sind, und wobei zwischen Keramik-Formteil (20.1, 20.2) und metallischen Ringen 28 deutliche Spaltweiten bestehen.
- 30 20. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schutzrohr (8) als Tiefziehteil mit

- 17 -

angearbeiteten Dichtbund (10) oder als Drehteil mit einer Tiefloch-Bohrung ausgeführt ist.

- 5      21. Hochtemperatursensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenleiter (4) im Schutzrohr (8) einen Dehnungsausgleich aufweisen.

1 / 6

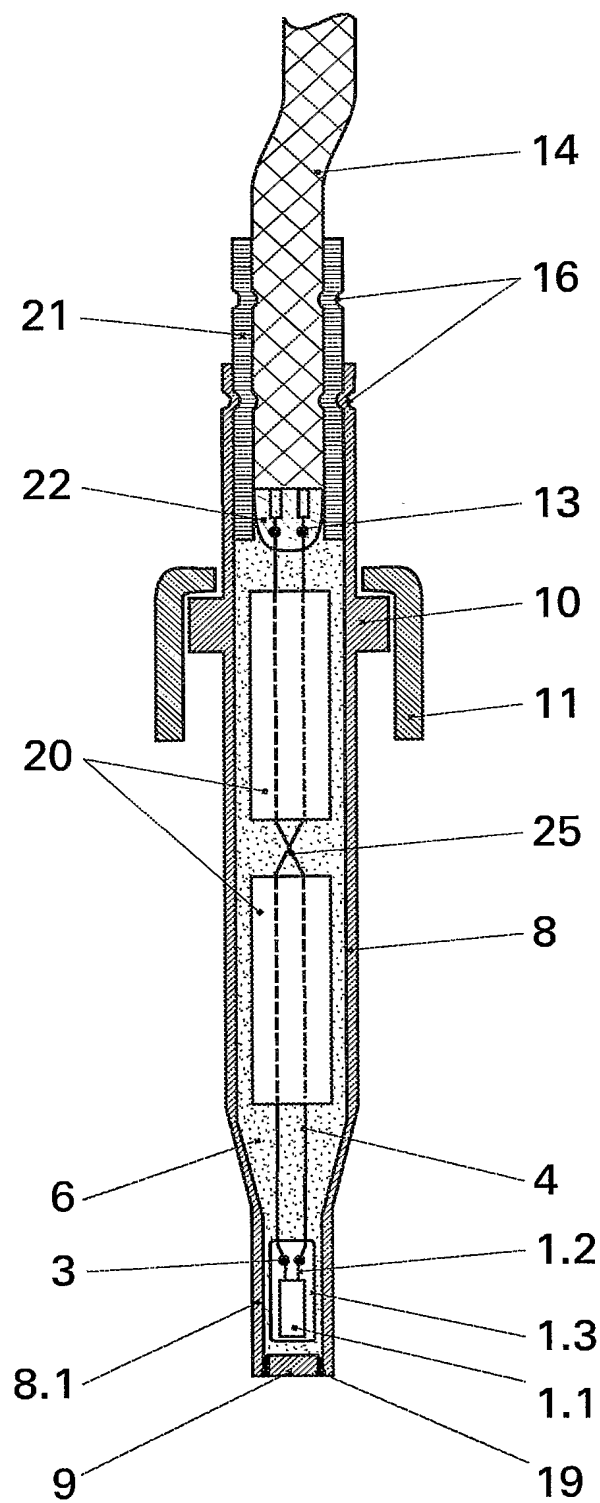


Fig. 1

2 / 6

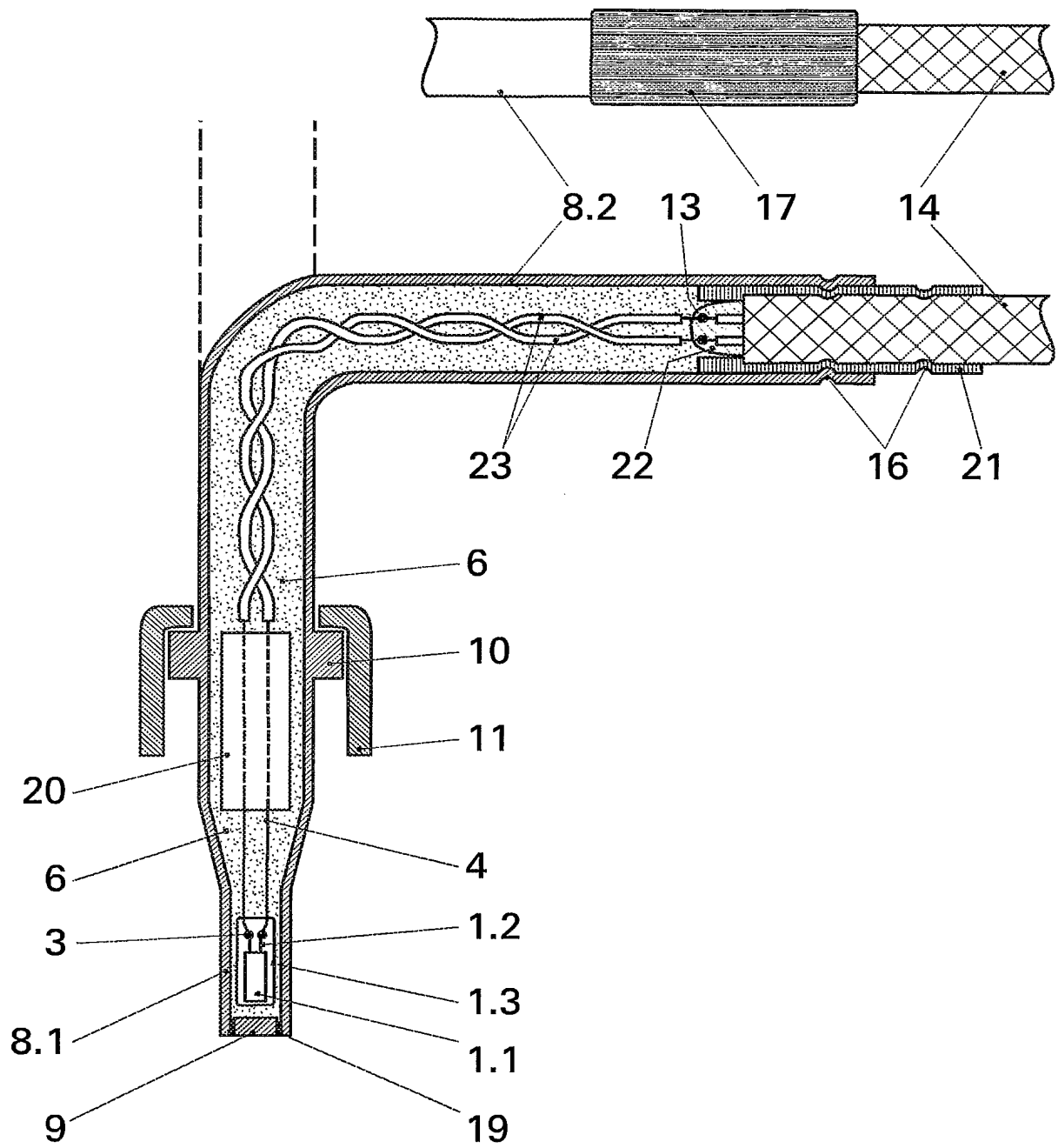
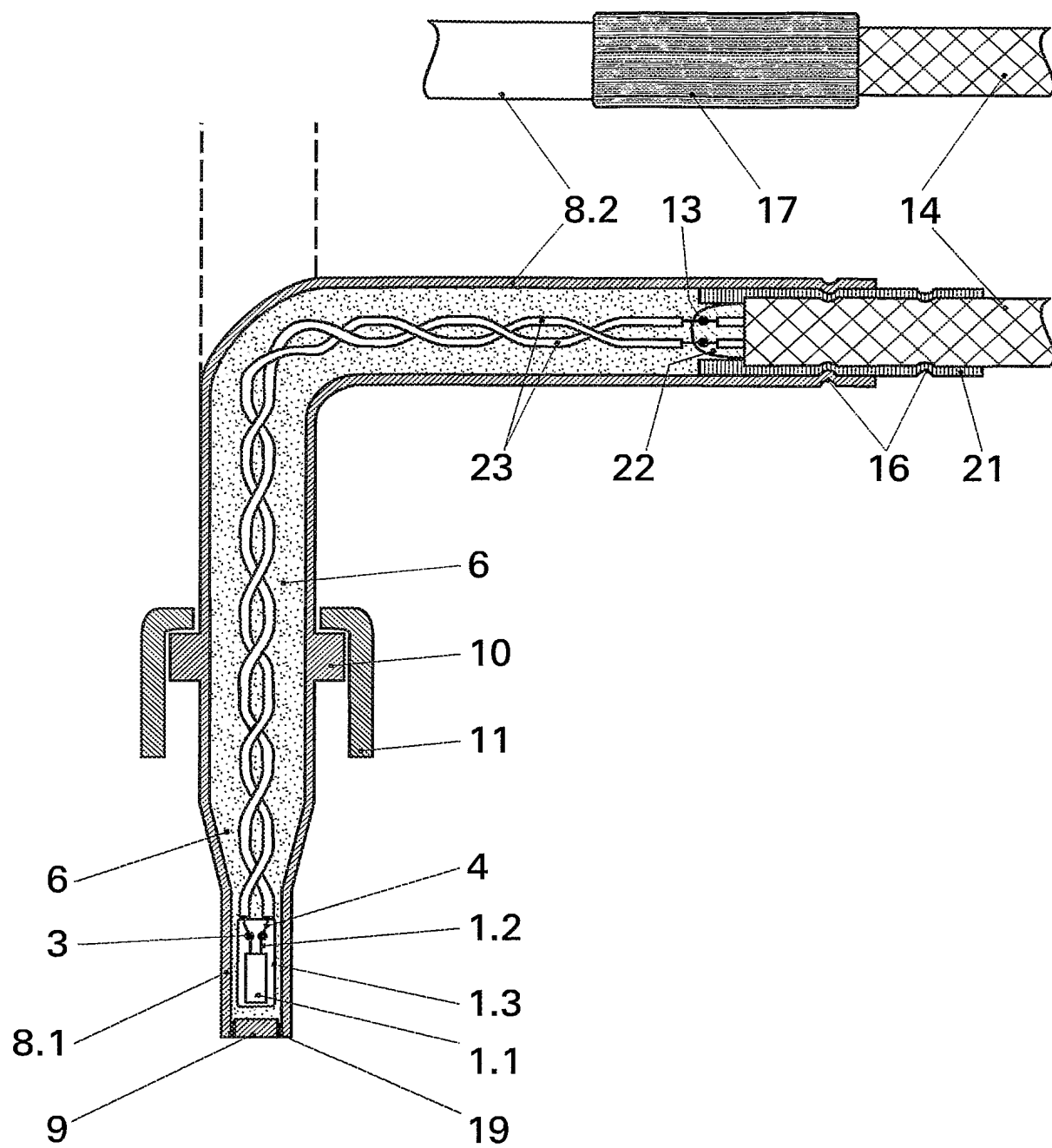


Fig. 2

3 / 6



**Fig. 3**

4 / 6

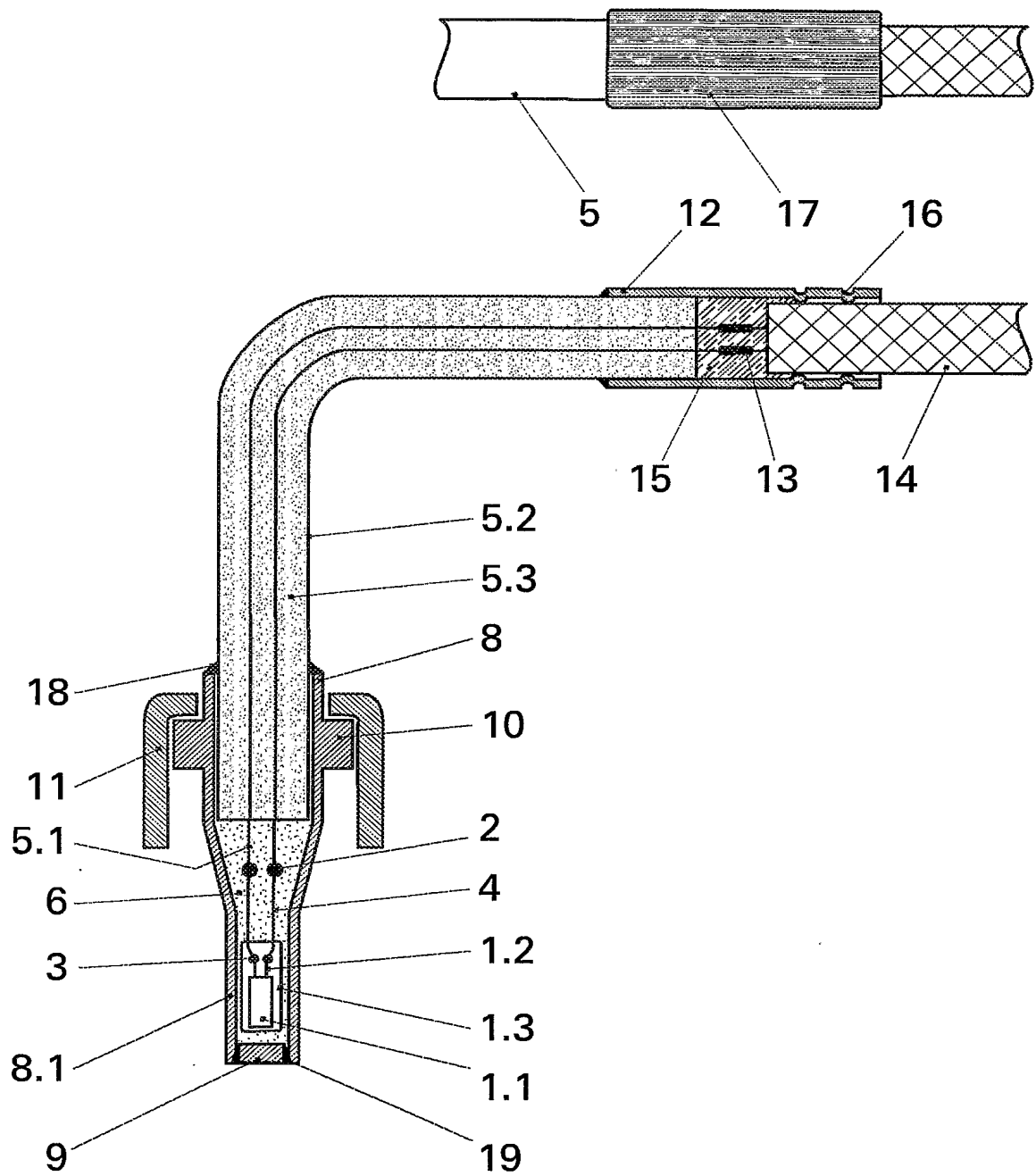


Fig. 4

5 / 6

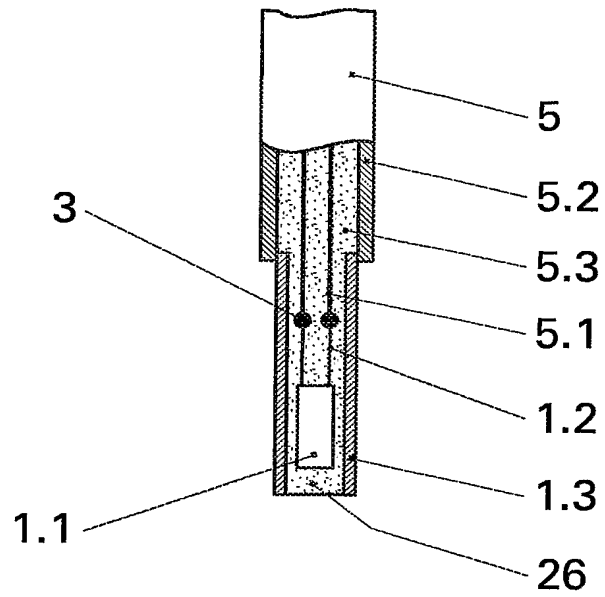


Fig. 5

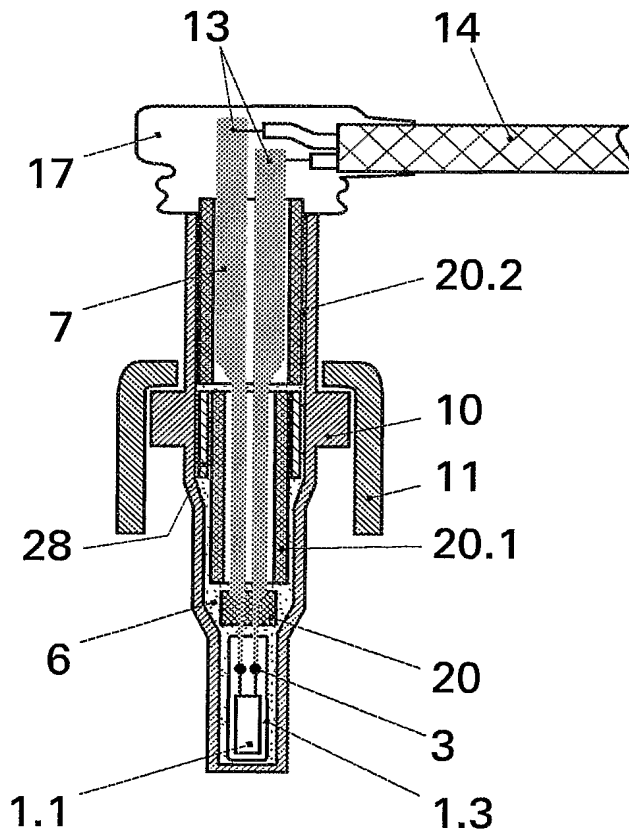


Fig. 6



6 / 6

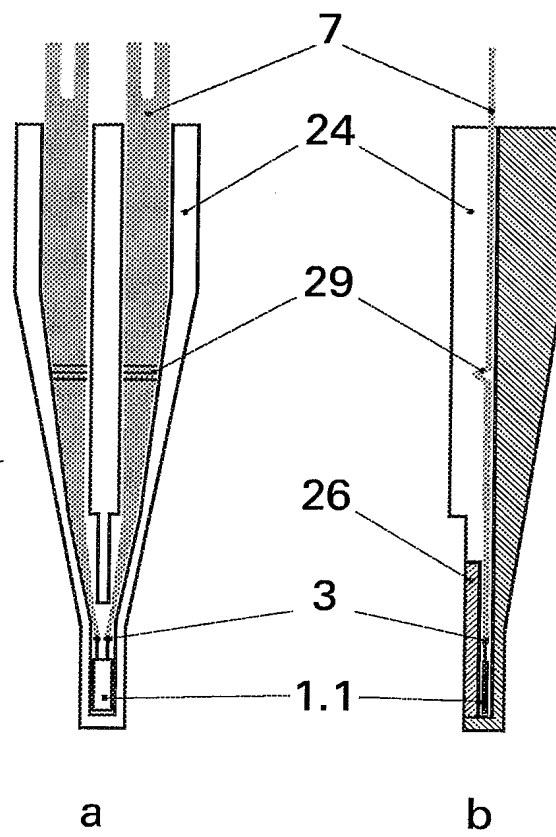


Fig. 7

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/000225

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G01K1/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A          | DE 39 39 165 C (HERAEUS SENSOR GMBH)<br>31 October 1990 (1990-10-31)<br>column 1, line 12 - column 1, line 18<br>column 2, line 63 - column 3, line 18;<br>figure 2 | 1-21                  |
| A          | DE 298 23 459 U (BERU AG)<br>2 June 1999 (1999-06-02)<br>page 1, line 10 - page 2, line 34; figure<br>1   | 1-21                  |
| A          | US 5 388 908 A (KENDALL MARTIN)<br>14 February 1995 (1995-02-14)<br>column 1, line 66 - column 2, line 15;<br>figure 1  | 1-21                  |
|            | -----<br>-/--   |                       |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 November 2004

Date of mailing of the international search report

15/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Thomte, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/000225

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A          | <p>EP 0 774 650 A (HERAEUS SENSOR GMBH)<br/> 21 May 1997 (1997-05-21)<br/> cited in the application<br/> the whole document</p> <p>-----</p> | 1-21                  |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/000225

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) |             | Publication<br>date |
|---|---|---------------------|----------------------------|-------------|---------------------|
| DE 3939165                                | C | 31-10-1990          | DE                         | 3939165 C1  | 31-10-1990          |
| DE 29823459                               | U | 02-06-1999          | DE                         | 29823459 U1 | 02-06-1999          |
| US 5388908                                | A | 14-02-1995          | DE                         | 4207317 A1  | 09-09-1993          |
|   |   |                     | AT                         | 167292 T    | 15-06-1998          |
|   |   |                     | AU                         | 3403293 A   | 09-09-1993          |
|   |   |                     | BR                         | 9300737 A   | 08-09-1993          |
|   |   |                     | DE                         | 59209372 D1 | 16-07-1998          |
|   |   |                     | EP                         | 0558808 A1  | 08-09-1993          |
|   |   |                     | ES                         | 2119791 T3  | 16-10-1998          |
|   |   |                     | JP                         | 3288791 B2  | 04-06-2002          |
|   |   |                     | JP                         | 6011396 A   | 21-01-1994          |
|   |   |                     | ZA                         | 9301576 A   | 27-09-1993          |
| EP 0774650                                | A | 21-05-1997          | DE                         | 19542516 C1 | 17-04-1997          |
|   |   |                     | EP                         | 0774650 A1  | 21-05-1997          |
|   |   |                     | US                         | 5959524 A   | 28-09-1999          |

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01K1/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A          | DE 39 39 165 C (HERAEUS SENSOR GMBH)<br>31. Oktober 1990 (1990-10-31)<br>Spalte 1, Zeile 12 - Spalte 1, Zeile 18<br>Spalte 2, Zeile 63 - Spalte 3, Zeile 18;<br>Abbildung 2 | 1-21               |
| A          | DE 298 23 459 U (BERU AG)<br>2. Juni 1999 (1999-06-02)<br>Seite 1, Zeile 10 - Seite 2, Zeile 34;<br>Abbildung 1   | 1-21               |
| A          | US 5 388 908 A (KENDALL MARTIN)<br>14. Februar 1995 (1995-02-14)<br>Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 2, Zeile 15;<br>Abbildung 1   | 1-21               |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. November 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Thomte, M

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie <sup>a</sup> | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                           | Betr. Anspruch Nr. |
|------------------------|--|--------------------|
| A                      | EP 0 774 650 A (HERAEUS SENSOR GMBH)<br>21. Mai 1997 (1997-05-21)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>das ganze Dokument<br>----- | 1-21               |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000225

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument |   | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |             | Datum der<br>Veröffentlichung |
|---|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------|
| DE 3939165  | C | 31-10-1990                    | DE                                | 3939165 C1  | 31-10-1990                    |
| DE 29823459   | U | 02-06-1999                    | DE                                | 29823459 U1 | 02-06-1999                    |
| US 5388908  | A | 14-02-1995                    | DE                                | 4207317 A1  | 09-09-1993                    |
|   |   |                               | AT                                | 167292 T    | 15-06-1998                    |
|   |   |                               | AU                                | 3403293 A   | 09-09-1993                    |
|   |   |                               | BR                                | 9300737 A   | 08-09-1993                    |
|   |   |                               | DE                                | 59209372 D1 | 16-07-1998                    |
|   |   |                               | EP                                | 0558808 A1  | 08-09-1993                    |
|   |   |                               | ES                                | 2119791 T3  | 16-10-1998                    |
|   |   |                               | JP                                | 3288791 B2  | 04-06-2002                    |
|   |   |                               | JP                                | 6011396 A   | 21-01-1994                    |
|   |   |                               | ZA                                | 9301576 A   | 27-09-1993                    |
| EP 0774650  | A | 21-05-1997                    | DE                                | 19542516 C1 | 17-04-1997                    |
|   |   |                               | EP                                | 0774650 A1  | 21-05-1997                    |
|   |   |                               | US                                | 5959524 A   | 28-09-1999                    |